

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 07235410
PUBLICATION DATE : 05-09-95

APPLICATION DATE : 22-02-94
APPLICATION NUMBER : 06064325

APPLICANT : YAMAUCHI CORP;

INVENTOR : NAKAJIMA SHIKO;

INT.CL. : H01F 1/37 H01F 1/33

TITLE : RESIN-BONDED SOFT MAGNETIC BODY

ABSTRACT : PURPOSE: To obtain a soft magnetic body having high saturation magnetic flux density by bonding spherical iron powder insulated on its surface by resin.

CONSTITUTION: A resin-bonded type soft magnetic body comprises spherical iron powder insulated on its surface and bonded by resin. As such spherical iron powder, spherical iron powder modified on its surface to a hematite phase, or spherical iron powder in which silicon and manganese are existed in high densities on its surface is adapted. In order to manufacture the powder in which the silicon and the manganese are existed in high densities on the surface, an iron wire containing 0.2-10wt.% of the silicon and the manganese is mounted at an electric wire gun, a high current flows to the gun to melt the wire by arc discharging, high-pressure inert gas is introduced to be sprayed into refrigerant, and the wire is cooled and molded. Thus, soft magnetic body having high saturation magnetic flux density is obtained. A molding method such as an injection molding, a compression molding, an extrusion molding, a calendering, etc., can be selected.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-235410

(43) 公開日 平成7年(1995)9月5日

(51) IntCl.⁶

H 0 1 F 1/37
1/33

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 F 1/ 37
1/ 33

審査請求 未請求 請求項の数2 書面 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-64325

(22) 出願日 平成6年(1994)2月22日

(71) 出願人 000114710

ヤマウチ株式会社

大阪府枚方市招提田近2丁目7番地

(72) 発明者 辰己 純一

京都府福知山市大池坂町170番地

(72) 発明者 中島 志行

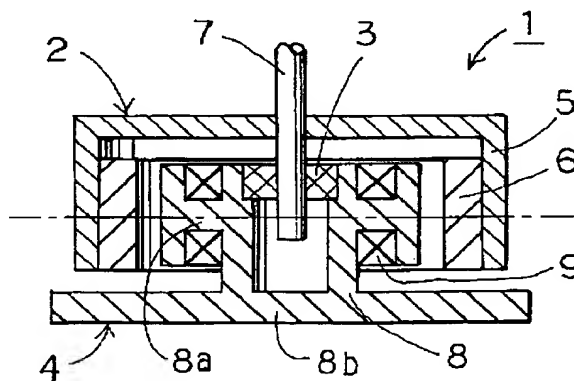
京都府福知山市中坂町1番地

(54) 【発明の名称】 樹脂結合型軟質磁性体

(57) 【要約】

【目的】 モータ、トランス等におけるコア材として特に好適であって、成形性が良く、けい素鋼板と同等の高い飽和磁束密度が得られ、うず電流が発生せず、錆びない軟質磁性体を提供する。

【構成】 表面を絶縁化した表面抵抗 $1 \times 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 、平均粒子径 $50 \mu\text{m}$ の球状鉄粉 2 kg を 15 g のシラン系カップリング剤で表面処理し、これと直鎖型ポリフェニレンサルファイド樹脂 (PPS) 粉末とを体積比率 $46:54$ の割合でミキサーにて混合する。そして、混練り、押出し、空冷を経た後、ストランドカットして射出成形用のペレットを得る。このペレットから、射出成形によって軟質磁性体 (8) を成形する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 表面を絶縁化した球状鉄粉を樹脂によって結合した樹脂結合型軟質磁性体。

【請求項 2】 表面にシリコンおよびマンガンが高密度に存在する球状鉄粉を樹脂によって結合した樹脂結合型軟質磁性体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、電子機器、建材、自動車、玩具等の分野において、モータ、トランス、磁気シール材、フライホイール材、マグネットの被吸着材等に用いられる樹脂結合型軟質磁性体に関する。その中でも、モータ、トランス等におけるコア材として特に好適に用いることのできる樹脂結合型軟質磁性体に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、モータ等のコア材においては、純鉄、けい素鋼板、冷間圧延鋼板（SPCC）等の軟質磁性材料が用いられていた。そして、うず電流の発生を防止するためには、軟質磁性材料の板材を所定の形状に打ち抜き、それを所定の枚数積層し加圧一体化した後、粉体塗装や樹脂塗装によって絶縁・防錆処理を施し、巻線の後、組み立てを行っていた。従って、工数が多く、塗装等に変な手間がかかり、コストもかかっていた。その上、積層浮きや積層ずれ等の不良も多く、また絶縁不良等も発生することがあり、均質な製品が得られなかった。

【0003】このような問題点を改善したものとして、樹脂に鉄粉、フェライト等の磁性体粉末を混入した樹脂結合型軟質磁性体が公知となっている。

【0004】例えば、特開平 4-58753 号公報には、固定子を構成するコア部と固定子ヨークと軸受け用ハウジングとを、樹脂に鉄粉を混入した複合材によって一体的に形成したコア付 DC ブラシレスモータが示されている。このコア付 DC ブラシレスモータによれば、コア部と固定子ヨークと軸受け用ハウジング部とを一体成形することによって、製造工数を減らし、かつ組み立て位置の誤差を小さくすることができる。また、鉄粉として純鉄粉末を使用すれば、けい素鋼板と同等の高い飽和磁束密度を得ることも可能である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、特開平 4-58753 号公報に示されているコア付 DC ブラシレスモータに用いられるコア材としての軟質磁性体は、使用する鉄粉自体が高い導電性を有するため、うず電流が発生しやすく、エネルギー効率の低下を十分に防止することができなかった。つまり、高い飽和磁束密度を得るためには鉄粉の混入量を多くする必要があるが、鉄粉の混入量を多くすれば、うず電流の発生によって鉄損が極端に増加するという問題があった。また、樹脂に鉄粉を混入した軟質磁性体には、錆が発生しやすいという問題が

あった。

【0006】一方、鉄粉に代えて Mn-Zn 系フェライト、Ni-Zn 系フェライト等のソフトフェライト粉末を樹脂に混入した場合には、うず電流や錆は発生しにくいが、ソフトフェライトの磁気特性に起因して高い飽和磁束密度が得られないという欠点があった。

【0007】なお、コア材以外の用途に用いられる軟質磁性体についても、従来、金属やソフトフェライト等の高透磁率を有する軟質磁性材料が単体で、あるいは樹脂と混合した形で使用されていたが、単体で用いた場合は複雑な形状に加工することが困難であり、また、樹脂と混合して用いた場合は高い飽和磁束密度を得るのが困難であった。また、軟質磁性材料の種類によっては錆の発生に対処するために防錆処理をする必要もあった。

【0008】そこで、この発明の目的は、上記課題を解決し、成形性が良く、けい素鋼板と同等の高い飽和磁束密度が得られ、うず電流が発生せず、錆びない軟質磁性体を提供することにある。

【0009】なお、この発明による軟質磁性体の用途は、主としてモータ、トランス等のコア材であるが、それ以外の軟質磁性体の用途、すなわちヨーク材、磁気シール材、フライホイール材、マグネットの被吸着材等としても用いることができる。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、この発明による樹脂結合型軟質磁性体は、表面を絶縁化した球状鉄粉を樹脂によって結合したことを特徴とする。この発明に用いる表面を絶縁化した球状鉄粉は、鉄粉表面に絶縁性物質が高密度に存在しており、かつ内部は純度の高い鉄からなっている。このような球状鉄粉としては、具体的には表面をヘマタイト相に改質した球状鉄粉や、表面にシリコンおよびマンガンを高密度に存在させた球状鉄粉が適している。

【0011】表面にシリコンおよびマンガンを高密度に存在させた球状鉄粉を製造するには、例えばシリコン及びマンガンを含 0.2~10 重量%含有する鉄線材を電気ワイヤーガンに装備し、このガンに高電流を流して鉄線材をアーク放電により溶融し、高圧の不活性ガスを導入して噴霧し、これを冷媒中に吹き込み冷却して成形することができる。上記電気ワイヤーガンにおいては鉄線材は数千度に加熱されるので、成分金属は全て溶融混合され、表面張力の関係でマンガンおよびシリコンは鉄の表面上に浮上析出し、電気抵抗の大なる高密度層を形成し、しかも真円度大なる鉄粉が形成されるものと推察される。また、上記製造方法においては、溶融鉄材を不活性ガスにより噴霧しているので粒子内部及び表面共に酸化されることがなく、硬く堅牢かつ緻密にして化学的にも物理的にも安定した鉄粉が形成されるものと推察される。

【0012】なお、酸化被膜、樹脂コート、クロムメッ

キ等のように、被膜によって防錆・絶縁処理被膜を施した鉄粉は、内部と被膜層とが明確に分れているため、混練時に被膜がはがれ、錆や導電性を引き起こすため使用できない。一方、この発明に使用する鉄粉は、表面は絶縁化され、内部は純度の高い鉄であるが、両者が明確に層分離していないため、混練時に被膜がはがれることがなく、従って、樹脂と結合して成形した後も錆が発生せず、絶縁性も良好である。

【0013】球状鉄粉の形状は、真円度が高く、かつ表面が緻密であるのが好ましい。その理由は、表面に凹凸があると、混練時に鉄粉の分散が悪く、また鉄粉どうしが傷をつけ合って錆や絶縁不良の原因となり、更に成形金型にも傷をつけやすくなるためである。

【0014】球状鉄粉表面の好ましい電気抵抗は、 $10^6 \Omega \text{cm}$ 以上である。 $10^6 \Omega \text{cm}$ より小さいと、うず電流が発生しやすくなる。

【0015】球状鉄粉の大きさは、平均粒子径が $0.5 \mu\text{m} \sim 200 \mu\text{m}$ の範囲内であるのが好ましい。 $0.5 \mu\text{m}$ より小さい場合は、鉄粉表面を絶縁化する関係上、鉄粉内部に高純度の鉄の部分ほとんどなくなり、高い飽和磁束密度が得づらい。また、 $200 \mu\text{m}$ より大きい場合は、樹脂との混練成形が困難となる。

【0016】また、球状鉄粉の粒度は、均一にするよりも、むしろ正規分布に近いある程度のばらつきをもたせる方が好ましい。粒度のばらつきを正規分布に近付けることによって、樹脂中に球状鉄粉を高密度に充填することができる。

【0017】軟質磁性体全体に占める球状鉄粉の体積比率は、 $40\% \sim 77\%$ が好ましいが、高い飽和磁束密度を得るためには $60\% \sim 77\%$ とするのが特に好ましい。 40% より少ない場合、好ましい飽和磁束密度が得られない上、樹脂の成形収縮が大きくなり、成形品の寸法精度が得られない。また、 77% より多い場合は、混練りが困難となる。

【0018】この発明に用いる樹脂には熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂、熱可塑性エラストマー、天然ゴム、合成ゴムが使用できる。熱可塑性樹脂としてはポリオレフィン樹脂、ポリアミド樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂、ポリエーテルスルホン樹脂、ポリエーテルエーテルケトン樹脂、ポリイミド樹脂等が挙げられる。熱硬化性樹脂としてはフェノール樹脂、エポキシ樹脂等が挙げられる。熱可塑性エラストマーとしてはオレフィン系、エステル系等の熱可塑性エラストマーが挙げられる。合成ゴムとしては、ニトリルゴム、スチレンゴム、クロロブレンゴム、クロロスルホン化ポリエチレン、ポリイソブチレン、塩素化ポリエチレン等が挙げられる。これらの中でも、ポリフェニレンサルファイド樹脂及びポリエーテルスルホン樹脂は耐熱性と成形性に優れ、かつこの発明に用いる球状鉄粉との親和性が良好なため特に好ましい。

【0019】球状鉄粉をシラン系、チタネート系、ジルコニウム系等のカップリング剤で予め表面処理しておくと、球状鉄粉と樹脂との結合がより強固なものとなるため効果的である。カップリング剤の使用量は球状鉄粉 100 重量%に対して $0.1\% \sim 2\%$ 程度が適量である。また、樹脂と球状鉄粉とを混合する際、可塑剤、滑剤、安定剤等の添加剤を必要により添加することができる。

【0020】

【作用】この発明に使用する球状鉄粉は、粉体内部が高純度の鉄であるため、けい素鋼板と同等の高い飽和磁束密度と高い透磁率を得ることができる。また、鉄粉表面を絶縁化しているため、錆が発生しない。そして、絶縁化した鉄粉表面と樹脂との結合によって、うず電流の発生を防止する。更に、球状鉄粉と樹脂とを結合した樹脂結合型軟質磁性体であるから、射出成形、圧縮成形、押出し成形、カレンダー成形等の種々の成形方法が可能であり、複雑な形状の成形や、他の部材との一体成形も容易となる。

【0021】

【実施例】以下、この発明の実施例について説明する。

【0022】〔実施例1〕表面を絶縁化した表面抵抗 $1 \times 10^6 \Omega \text{cm}$ 、平均粒子径 $50 \mu\text{m}$ の球状鉄粉 2kg を 15g のシラン系カップリング剤で表面処理し、これと直鎖型ポリフェニレンサルファイド樹脂(PPS)粉末とを体積比率 $46:54$ の割合でミキサーにて混合する。そして、混練り、押出し、空冷を経た後、ストランドカットして射出成形用のペレットを得る。このペレットから、射出成形によって $10 \text{mm} \times 10 \text{mm} \times 8 \text{mm}$ の直方体の軟質磁性体を成形した。

【0023】〔実施例2〕直鎖型ポリフェニレンサルファイド樹脂粉末に代えて、ポリエーテルスルホン樹脂(PES)粉末を用いた以外は全て実施例1と同様にして、実施例2の軟質磁性体を成形した。

【0024】〔比較例1〕表面を防錆・絶縁塗装した面積 $10 \text{mm} \times 10 \text{mm}$ 、厚み 0.5mm のけい素鋼板を 16 枚積層し、加圧一体化した後、さらに絶縁・防錆処理を施して、 $10 \text{mm} \times 10 \text{mm} \times 8 \text{mm}$ の直方体の軟質磁性体を得た。

【0025】〔比較例2〕表面を絶縁化した球状鉄粉に代えて、純鉄粉末を用いた以外は、全て実施例1と同様にして比較例2の軟質磁性体を成形した。

【0026】〔比較例3〕表面を絶縁化した球状鉄粉に代えて、酸化被膜鉄粉を用いた以外は、全て実施例1と同様にして比較例3の軟質磁性体を成形した。

【0027】〔比較例4〕表面を絶縁化した球状鉄粉に代えて、マグネタイト粉末を用いた以外は、全て実施例1と同様にして比較例4の軟質磁性体を成形した。

【0028】〔比較例5〕表面を絶縁化した球状鉄粉に代えて、 Mn-Zn フェライト粉末を用いた以外は、全て実施例1と同様にして比較例5の軟質磁性体を成形し

た。

【0029】〔比較試験〕実施例1、2および比較例1～5の各軟質磁性体について、飽和磁束密度(Bs)、保磁力(iHc)、および電気抵抗(Rs)を測定し、さらに防錆試験を行なった。なお、電気抵抗は、100V抵抗計にて測定した。また、防錆試験については、各*

【表1】

* 軟質磁性体を温度50°C、湿度90%の空气中に500時間放置した後、錆の発生の有無を目視によって確認した。各軟質磁性体の配合および試験結果を表1に示す。

【0030】

【表1】

	磁性材料 (Vol.%)	樹脂 (Vol.%)	添加剤	Bs (T)	iHc (kA/m)	Rs (Ωcm)	錆 (注)
実施例1	表面絶縁化鉄粉 (46)	PPS (54)	シラン系カップリング剤	1.0	0.8	2×10^6	○
実施例2	表面絶縁化鉄粉 (46)	PES (54)	シラン系カップリング剤	1.0	0.8	2×10^7	○
比較例1	けい素鋼板 (46)	PPS (54)	シラン系カップリング剤	1.6	0	5×10^7	○
比較例2	純鉄粉末 (46)	PPS (54)	シラン系カップリング剤	1.0	0.7	3×10^3	×
比較例3	酸化被覆鉄粉 (46)	PPS (54)	シラン系カップリング剤	0.9	0	2×10^2	×
比較例4	マグネタイト粉末 (46)	PPS (54)	シラン系カップリング剤	0.3	12	5×10^4	○
比較例5	Mn-Zn フェライト粉末 (46)	PPS (54)	シラン系カップリング剤	0.2	0	3×10^8	○

(注) 錆 : ○……錆の発生なし ×……錆の発生あり

【0031】比較例1のけい素鋼板は、磁気特性および防錆特性については優れているが、作成に大変な手間がかかる上、不良品も発生し易く均質な製品が得られないという問題を有している。比較例2、3については、磁気特性は良好であるが、絶縁性が悪く、錆も発生するため使用できない。比較例4は、保磁力が高過ぎて軟質磁性体としては使用できない。また、比較例5は、飽和磁束密度が小さいため、極めて限られた用途にしか使用できない。

【0032】これらに対し、実施例1、2は、磁気特性、絶縁性共にけい素鋼板に近い満足な値を示し、また錆も発生しない。そして、射出成形が可能のため、以下の使用例に示すように成形が容易で、均質な製品が得られる。

【0033】

【使用例】以下、この発明による軟質磁性体からなるコア材を用いた直流モータの例を図面を用いて説明する。

【0034】〔使用例1〕図1は、この発明による軟質磁性体を用いた使用例1の周対向直流ブラシレスモータ1を示す横断面図である。また、図2は、図1におけるA-A'断面図である。

【0035】この直流ブラシレスモータ1において、回転子2は軸受3によって固定子4に回転可能に支持されている。回転子2はマグネットケース5とマグネット6とロータ軸7とで構成されている。マグネット6はマグネットケース5に接着されている。一方、固定子4は、コア材8とコイル9とで構成されている。そして、コア材8は、コア部8aとハウジング部8bとを射出成形により一体成形したこの発明による軟質磁性体である。

【0036】〔使用例2〕図3は、この発明による軟質磁性体を用いた使用例2の周対向直流ブラシ付モータ1

20 1を示す横断面図である。また、図4は、図3におけるB-B'断面図である。

【0037】この直流ブラシ付モータ11において、固定子12には回転子13が軸受14a、14bによって回転可能に支持されている。固定子12は、マグネットケース15とマグネットケース15に接着されたマグネット16とで構成されている。一方、回転子13は、コア材17とコイル18とロータ軸19とで構成されている。そして、コア材17は、射出成形によってロータ軸19をインサート成形したこの発明による軟質磁性体である。

【0038】〔使用例3〕図5は、この発明による軟質磁性体を用いた使用例3の面对向直流ブラシレスモータ21を示す横断面図である。また、図6は、図5におけるC-C'断面図である。

【0039】この直流ブラシレスモータ21において、回転子22は軸受23によって固定子24に回転可能に支持されている。回転子22はマグネットケース25とマグネット26とロータ軸27とで構成されている。マグネット26はマグネットケース25に固着されている。一方、固定子24は、コア材28とコイル29とで構成されている。そして、コア材28は、コア部28aとヨーク部28bとを射出成形により一体成形し、しかもコイル29をインサート成形したこの発明による軟質磁性体である。

【0040】使用例1～3の各直流モータで用いたこの発明による軟質磁性体製のコア材は、コア部とハウジング部、ヨーク部等とを射出成形によって一体成形でき、また、ロータ軸、コイル等をインサート成形することもできる。このため、モータの製造工数が大幅に削減できる。また、けい素鋼板製のコア材に比べて寸法精度が良

7

く、均質であるため、回転むらやトルクむらが発生しない。

【0041】

【発明の効果】以上、詳細に説明した通り、この発明による軟質磁性体は、表面を絶縁化した球状鉄粉を樹脂によって結合しているため、高い絶縁性を有しており、うず電流が発生せず、また錆も発生しない。また、粉体内部が高純度の鉄である球状鉄粉を使用しているため、けい素鋼板と同等の高い飽和磁束密度を有している。更に、射出成形、圧縮成形、押出し成形、カレンダー成形等任意の成形方法を選択することができ、複雑な形状の成形や、他の部材との一体成形も容易である。

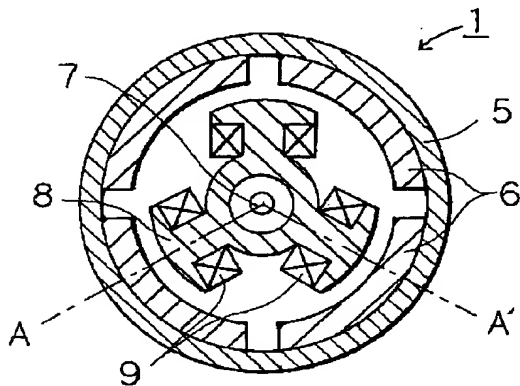
【図面の簡単な説明】

【図1】この発明による軟質磁性体を用いた使用例1の周対向直流ブラシレスモータ1を示す横断面図である。

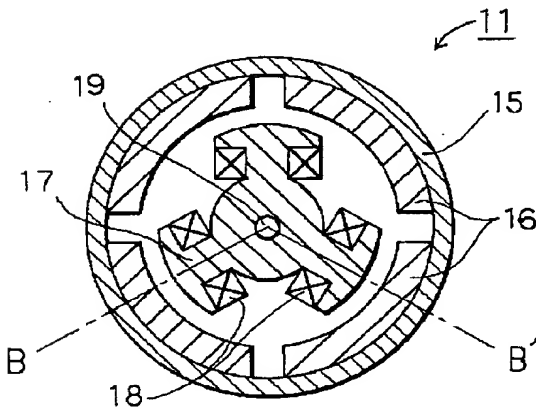
【図2】図1におけるA-A'断面図である。

【図3】この発明による軟質磁性体を用いた使用例2の*

【図1】



【図3】



8

* 周対向直流ブラシ付モータ11を示す横断面図である。

【図4】図3におけるB-B'断面図である。

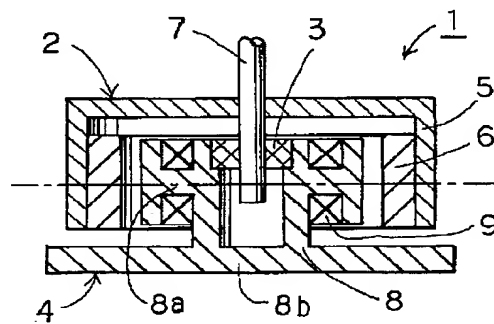
【図5】この発明による軟質磁性体を用いた使用例3の面对向直流ブラシレスモータ21を示す横断面図である。

【図6】図5におけるC-C'断面図である。

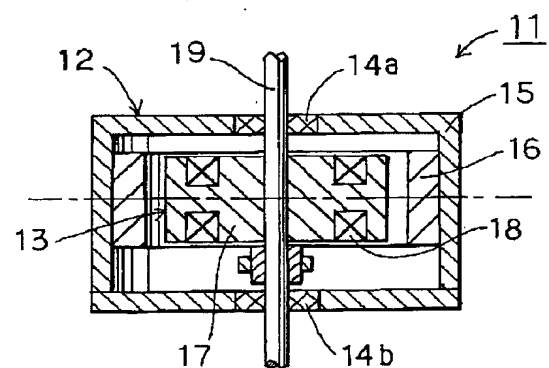
【符号の説明】

- | | |
|-----------|---------------|
| 1 | 周対向直流ブラシレスモータ |
| 2, 13, 22 | 回転子 |
| 4, 12, 24 | 固定子 |
| 5, 15, 25 | マグネットケース |
| 6, 16, 26 | マグネット |
| 8, 17, 28 | コア材 |
| 9, 18, 29 | コイル |
| 11 | 周対向直流ブラシ付モータ |
| 21 | 面对向直流ブラシレスモータ |

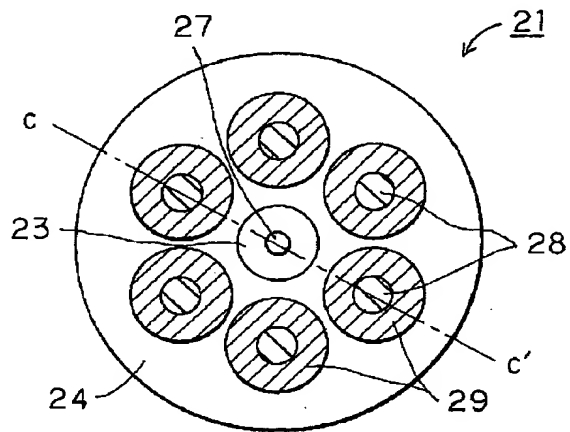
【図2】



【図4】



【図5】



【図6】

